

בחינת השינוי בקוטר הגבעול כאמצעי לבקרת השקיה אוטומטית בכותנה, הזורע 2005

א. איזנקוט¹, א. זילברמן¹, י. פלש¹, א. זקס², א. לוי¹, י. שטיינברג¹, ר. תורן³
1- שה"מ, 2- פיטק, 3- גד"ש הזורע

מבוא

בקרת ההשקיה המקובלת בגידול כותנה בישראל היא ע"י מדידת השינוי היומי בגובה של הצמחים עד אמצע יולי או בפוטנציאל המים בעלה בשעות הצהריים במשך כל תקופת ההשקיה ובמיוחד מאמצע יולי ועד סוף ההשקיה. אמצעים אלו נבחנו בעבר במספר רב של ניסויים ונמצאו כאמצעים טובים יעילים זולים ואמינים. אולם האפשרות הסבירה למחשב שיטות אלו ולהפעילם ללא מגע אדם קשים או במקרה של תא לחץ בלתי אפשריים. לכן, האפשרות הסבירה היא ע"י בקרה חלופית של אברי צמח אחרים הנמצאים בקשר טוב עם אמצעי הבקרה המקובלים וניתנים למדידה רציפה במחיר סביר, כמו השינוי בקוטר הגבעול או השינוי בעובי העלה. השינוי היומי בקוטר הגבעול היה במספר ניסויים במתאם טוב עם תוספת הצמיחה לגובה וכן מידת ההתכווצות היומית הייתה במתאם טוב עם פוטנציאל המים בעלה הכותנה.

מטרה: בחינת פרוטוקול בקרת ההשקיה באמצעות שינוי בקוטר הגבעול.

שיטות וחומרים

הניסוי התקיים בחלקת פימה מהזן P-008 בקיבוץ הזורע. ההשקיה הייתה בטפטוף, שלוחה אחת במרכז הערוגה. שני חיישני גבעול (דנדרומטרים) וטנסיומטרים הוצבו ב- 5.06.05 כמקובל בכל טיפול, היינו בצמחים המצויים בעומד של 8 צמחים למטר שורה ובגובה המייצג את החלקה. הדנדרומטרים מתוצרת פיטק הותקנו בבסיס הגבעול סמוך לפסיגים, וטנסיומטרים תוצרת פיטק הוצבו בשני עומקים 30 ו- 60 ס"מ בכל טיפול. כמו כן, תחנה מטאורולוגית מתוצרת פיטק הוצבה למדידת VPD סמוך לחלקת הניסוי. מוטות גובה הוצבו בצמחים הסמוכים למיקום הצמחים עם חיישני הדנדרומטרים. פוטנציאל מים בעלים נבדק בתא לחץ כמקובל בכותנה, היינו דיגום עלים בשעות הצהריים והובלתם בצידנית למשרד ובדיקה בתא לחץ מתוצרת ARI. הטיפולים בניסוי היו: א. השקיה משקית, ב. השקיה גירעונית 70% מהשקיה מסחרית ללא חזרות. לוח המים בשני הטיפולים מוצג בטבלה 1. כמו כן אספקת המים לחלקה הופסקה למשך שבוע ללא פיצוי לקראת סוף חודש יוני (דילוג על מחזור השקיה אחד מתוך שתי השקיות שבועיות).

טבלה 1: לוח מים.

תאריך	השקיה מסחרית מ"ק/ד'	השקיה גירעונית 70% מ"ק/ד'
בצל	45	32
2.7 - 26.6	35	25
10.7 - 3.7	45	32
16.7 - 10.7	49	34
24.7 - 17.7	26	20
30.7 - 27.7	49	37
6.8 - 31.7	45	32
13.8 - 7.8	38	27
20.8 - 13.8	30	21
27.8 - 21.8	25	18
ס"ה מ"ק/ד'	387	259

תוצאות

הגידול בקוטר הגבעול היה רציף מראשית המדידה ועד כשבוע עשרה ימים לפני cut out בהשקיה מסחרית וגירעונית (70%), בהתאמה. בעוד שקוטר הגבעול הצטמק בהדרגה לקראת סוף ההשקיה ועד גמר המדידה באמצע חודש ספטמבר, כנראה כתוצאה מעקת מים מתמשכת, גרף 1. כמו כן, הגבעול התכווץ והתפשט במהלך היממה, כאשר ההתכווצות היומית מראשית יוני ועד אמצע חודש יולי וכן בחודש ספטמבר הייתה יותר קטנה מאשר מאמצע יולי ועד לסיום ההשקיה בסוף חודש אוגוסט.

ההתכווצות היומית בקוטר הגבעול בהשקיה מסחרית עד לדילוג מחזור ההשקיה ב- 20 ליולי הייתה יותר נמוכה מאשר השקיה גירעונית (70%), כ- 100 ו- 200 מיקרון בהשקיה מסחרית וגירעונית, בהתאמה, גרף 2. עוצמת ההתכווצות היומית הייתה תלויה בכמות המים ובעיתוי אספקת המים. כאשר ההתכווצות היומית הקטנה ביותר הייתה ביום ההשקיה וככל שחלף הזמן עד למחזור ההשקיה העוקב ההתכווצות היומית הלכה וגדלה. כאשר ניתן לראות בשבוע סגירת המים (מ- 20 – 27.7) שההתכווצות היומית בהשקיה המסחרית ב- 20 ליולי הייתה 75 מיקרון והלכה וגדלה עד ל- 300 מיקרון לקראת מחזור ההשקיה העוקבת ובהשקיה הגירעונית (70%) מ- 150 מיקרון ועד 530 מיקרון באותה תקופה, גרף 2. בכל מקרה ההתכווצות היומית בהשקיה מסחרית הייתה יותר קטנה מאשר בהשקיה גירעונית. כמו כן, ההתכווצות היומית לאחר שבוע סגירת המים הייתה יותר גבוהה מאשר בתקופה שקדמה לה כנראה בגלל שמנת המים שנגרעה בשבוע סגירת המים לא הושלמה. התכווצות יומית של הגבעול הייתה רגישה מאד לעקת מים ועוצמתה תלויה מזמינות של המים בקרקע. בעוד שההתכווצות הגבעול הייתה כמעט ללא קשר לאקלים היומי שבא לידי ביטוי ב- VPD, האקלים בקיץ יציב ולכן השפעתו הייתה שולית לעומת זמינות המים בקרקע לצמח, גרף 3.

השינוי היומי בקוטר הגבעול היה במתאם (R^2) טוב עם השינוי בגובה של הצמח עד לאמצע חודש יולי 0.985 ו- 0.815 בהשקיה מסחרית וגירעונית, בהתאמה, גרפים 4-5. כאשר לכל תוספת גובה של הצמח בס"מ התוספת לקוטר הגבעול הייתה 47.61 ו- 53.4 מיקרון בהשקיה מסחרית וגירעונית, בהתאמה. (בממוצע תוספת לקוטר הגבעול של 50.5 מיקרון לכל ס"מ שינוי בגובה הצמח.)

פוטנציאל המים בעלים בצהריים היה במגמה של ירידה עם הזמן בתוך כל מחזור ההשקיה. היינו פוטנציאל המים בעלה ביום ההשקיה היה הגבוה ביותר ולקראת מחזור ההשקיה העוקב הנמוך ביותר. כמו כן, פוטנציאל המים בעלה היה תלוי בכמות המים, כך שבהשקיה גירעונית היה נמוך יותר מאשר בהשקיה מסחרית, גרף 6. הערכים של פוטנציאל המים בעלים בשני הטיפולים (משקי וגירעונית) היו עד לדילוג ההשקיה (20.7) 15-16 ו- 16 – 18 בר בהשקיה משקית וגירעונית, בהתאמה. בשבוע סגירת המים פוטנציאל המים בעלים ירד מ- 15 – 16 ל- 21 – 22 לאחר חמישה ימים. פוטנציאל המים נותר נמוך גם לאחר חידוש אספקת המים, מעל 20 בר, גרף 6. לאחר חידוש אספקת המים הצמחים נותרו בעקה מתונה כפי שבא לידי ביטוי לא רק בבדיקות תא לחץ אלא גם בבדיקות התכווצות הגבעול, ראה לעיל.

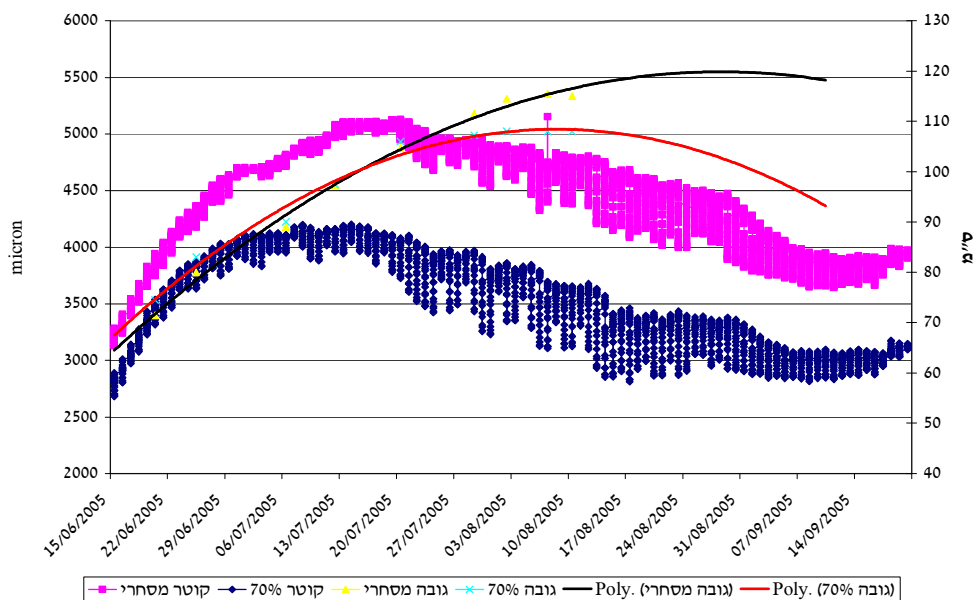
פוטנציאל המים בעלה בצהריים היה במתאם (R^2) טוב 0.61 עם השינוי בהתכווצות יומית של הגבעול החל מאמצע יולי, גרף 7. שינוי של כל בר אחד בפוטנציאל של המים בעלה גרם לתוספת או גרעון של 75 מיקרון בהתכווצות היומית של הגבעול. כאשר הגבעול התכווץ ב- 100 מיקרון פוטנציאל המים בעלה היה 15 בר. ניתן לחשב את פוטנציאל המים בעלה בצהריים ע"י הנוסחה הבאה: $y = 0.0132 \otimes X + 13.7$ כאשר y = פוטנציאל המים בעלה (בר), X = התכווצות יומית גבעול (מיקרון).

מתח המים בקרקע בעומקים 30 ו- 60 ס"מ כפי שנמדדו בטנסיומטרים, בתקופת סגירת המים לשבוע באמצע יולי, היו גבוהים ושיקפו את קצב ההתייבשות של הקרקע בהשקיה מסחרית וגירעונית. בעוד שקריאות מתח המים בקרקע ע"י טנסיומטרים לפני סגירת המים ולאחר חידוש אספקת המים לשטח הייתה דומה ולא ניתן היה לזהות את מחסור המים שהיה בקרקע לאחר חידוש אספקת המים (לא היה פיצוי על תקופת סגירת המים), גרפים 8-9. ייתכן, שהצבה של הטנסיומטרים עד לעומק של 60 ס"מ לא מספיק רגישה לשינויי זמינות המים בקרקע, והצבה של טנסיומטר בעומק רב יותר אולי הייתה מסוגלת לזהות את מחסור המים בקרקע, כפי שבא לידי ביטוי בבדיקה של פוטנציאל המים בעלים והתכווצות הגבעול.

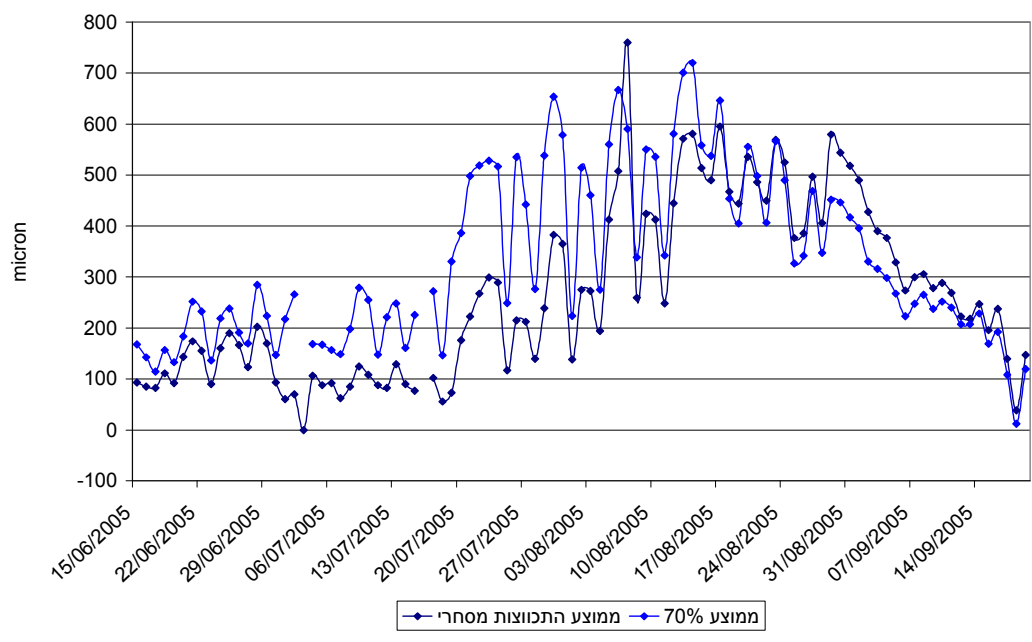
מסקנות

- ניתן להשתמש בחיישני גבעול (דנדרומטרים) ככלי בקרה רציף. כאשר ניתן לאמוד את גובה הצמח עד אמצע חודש יולי באמצעות קוטר הגבעול ואת פוטנציאל המים בעלה בעזרת השינוי בהתכווצות יומית של הגבעול.
- לכל שינוי בקוטר הגבעול של 50 מיקרון "גרם" לתוספת של ס"מ אחד בגובה הצמח.
- לכל שינוי בהתכווצות היומית של הגבעול ב- 75 מיקרון "גרם" לשינוי של בר אחד בפוטנציאל המים בעלה.
- ניתן להתייחס לתוצאות המעקב של מערכת בקרה השקיה בעזרת דנדרומטרים כמערכת קבלת החלטות בכותנה רק אחת למספר ימים ועד שבוע ימים בלבד ולא יומית, למרות השינויים השעתיים והרציפים המתקבלים מחיישני הגבעול. השינויים בקוטר והתכווצות הגבעול היו תלויים בתדירות. לכן, הזמן הקצר ביותר לקבלת החלטות תלוי במשך מחזור ההשקיה. בכל מקרה ההתייחסות להתכווצות הגבעול היא רק לקראת פתיחת המים כמקובל בבדיקות פוטנציאל המים בעלים.

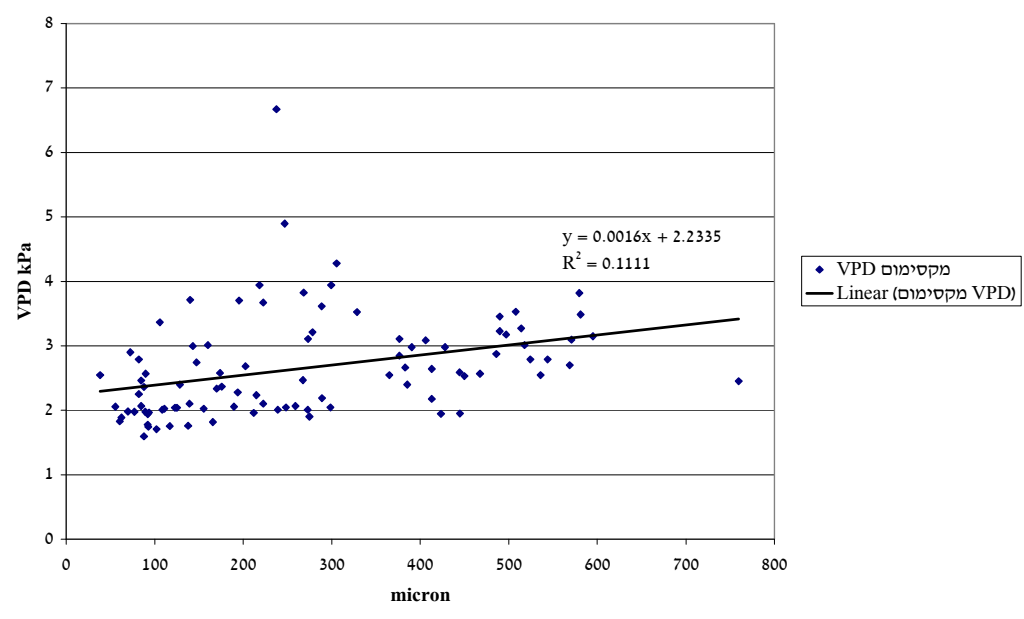
גרף 1: השינוי בקוטר הגבעול וגובה הצמחים בשני הטיפולים.



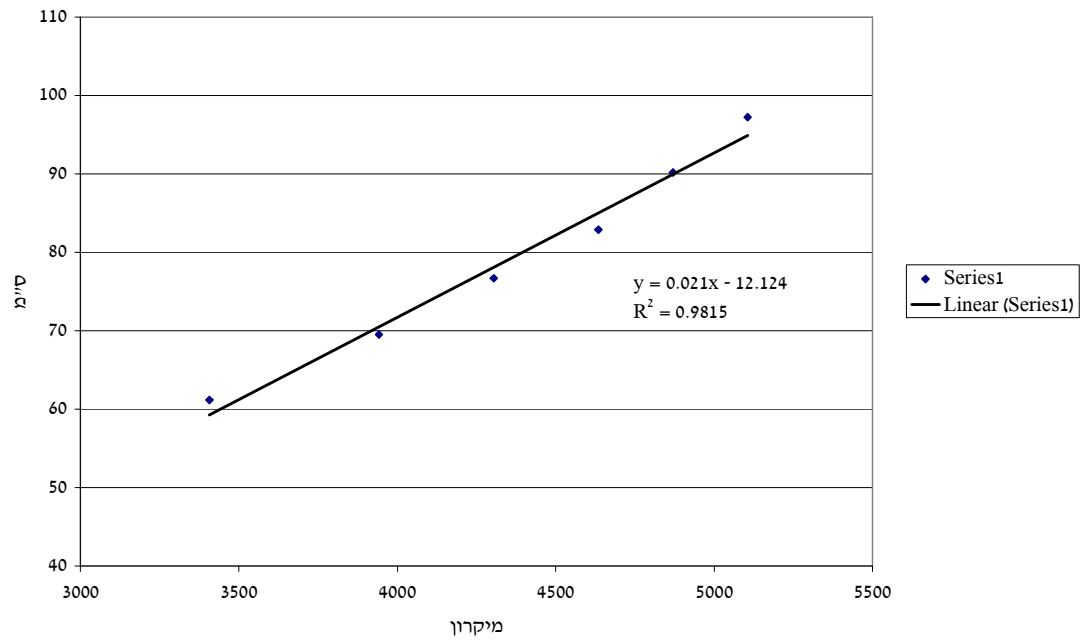
גרף 2: התכווצות יומית של הגבעול בשני הטיפולים.



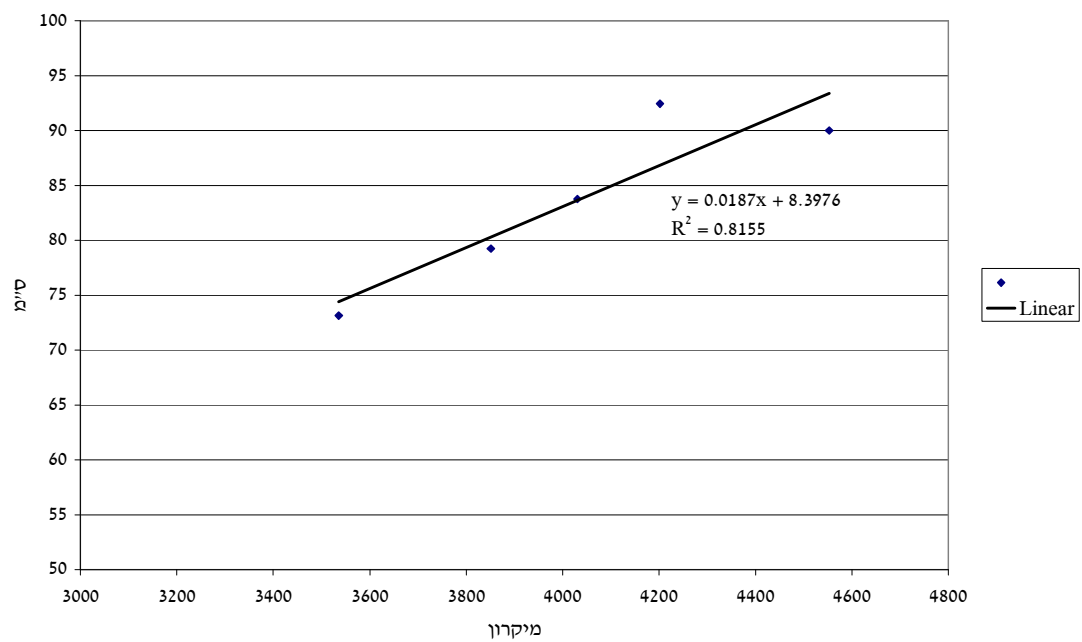
גרף 3: המתאם בין השינוי בקוטר הגבעול בהשקיה מסחרית לבין VPD.



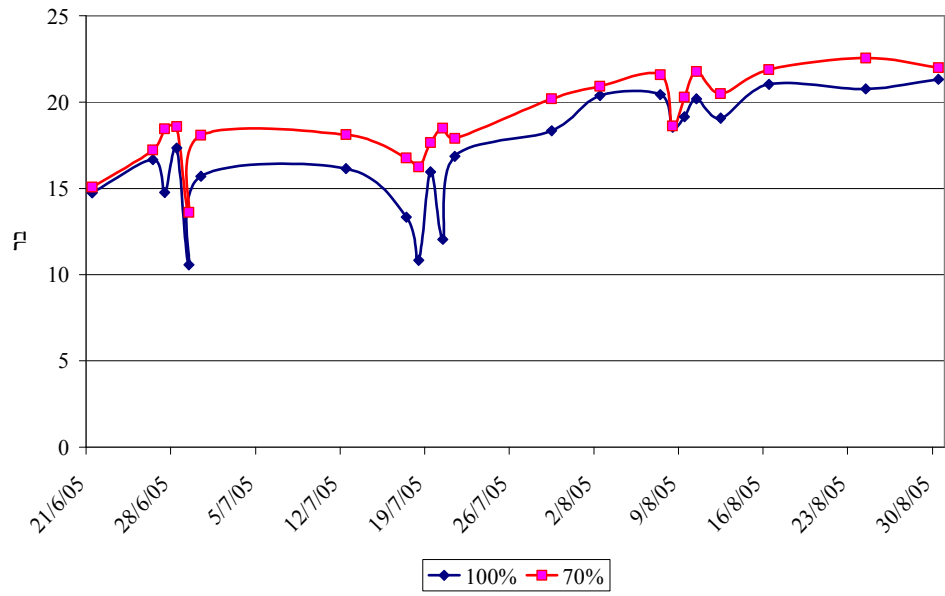
גרף 4: המתאם בין השינוי קוטר גבעול לבין גובה הצמח בהשקיה מסחרית (100%) עד אמצע יולי.



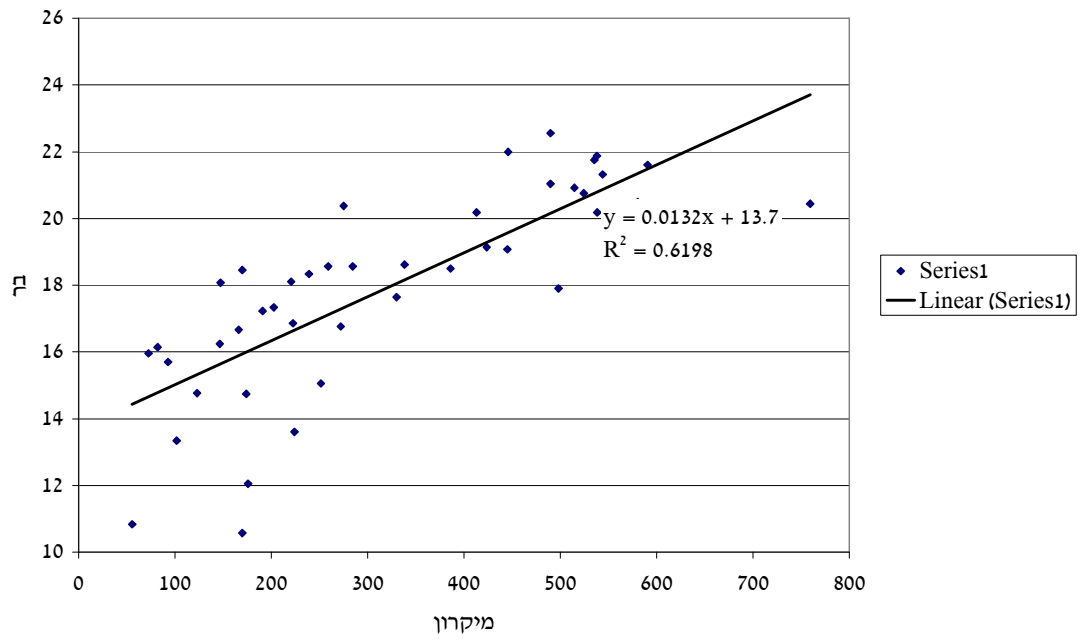
גרף 5: המתאם בין קוטר גבעול לבין גובה הצמח בהשקיה גירעונית (70%) עד אמצע יולי.



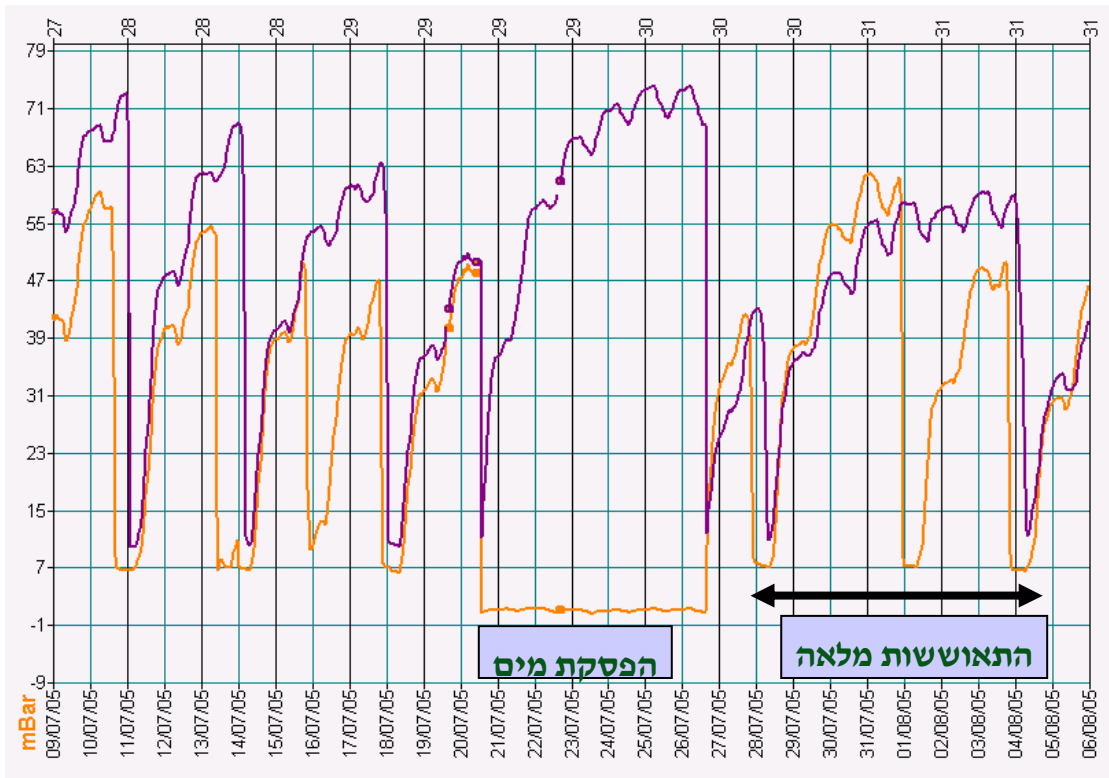
גרף 6: קריאות תא לחץ עם הזמן בהשקיה מסחרית וגרעונית (70%).



גרף 7: המתאם בין תא לחץ להתכווצות יומית בהשקיה מסחרית והשקיה גרעונית מאמצע יוני ועד אמצע אוגוסט.



גרף 8: מתח מים בקרקע בטנסיומטרים בעומקים 30 ו-60 ס"מ בהשקיה מסחרית.



גרף 9: מתח מים בקרקע בטנסיומטרים בעומקים 30 ו-60 ס"מ בהשקיה גרעונית (70%).

